



## بیست و سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران ۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹

The 23<sup>rd</sup> Symposium of Geological Society of Iran  
10-11 November, 2020



# داده کاوی در آنالیز رسوبات آبراهه ای نقشه یک صد هزارم کیوی به منظور شناسایی مناطق پر پتانسیل، استان اردبیل

عادل شیرازی<sup>۱</sup>، منصور ضیایی<sup>۱</sup>، اردشیر هزارخانی<sup>۲</sup>  
۱- دانشگاه صنعتی شاهرود، ۲-دانشگاه صنعتی امیرکبیر

## چکیده

منطقه مورد مطالعه موسوم به کیوی واقع در استان اردبیل، یکی از مناطق با پتانسیل عناصر فلزی است. در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ کیوی برداشت نمونه رسوبات آبراهه ای توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. یکی از اهداف عمده مطالعات ژئوشیمیایی، تحلیل و پردازش داده‌ها و دستیابی به بی‌هنجاری‌های عناصر و روابط بین آنها با استفاده از تحلیل های مختلف از جمله آنالیز مولفه های اصلی و بررسی های آماری تک و چند متغیره برای پتانسیل یابی کانی‌زایی است. در این پژوهش پس از پایش داده ها و مرتب سازی آنها، ابتدا بررسی های اولیه و سپس روش PCA و همچنین بررسی نمودار درختی صورت پذیرفت. در روش آنالیز مولفه های اصلی مشاهده گردید که مولفه اول لیتولوژی منطقه را تشکیل داده و مولفه دوم میتواند نشانگر کانی زایی باشد. برای بررسی های دقیقتر نمودار درختی برای عناصر با روش هایی چون مجذور فاصله اقلیدسی رسم و عناصر کانی ساز منطقه به تیتانیوم و روی کاهش یافت. با استفاده از آنالیز تمایز خطی نیز ارتباط بین داده ها تایید شد و این عناصر برای مطالعات بیشتر در این منطقه معرفی شدند و تجمع آنها در نقشه زمینشناسی به صورت هم پوشان ترسیم گردید.

## مقدمه

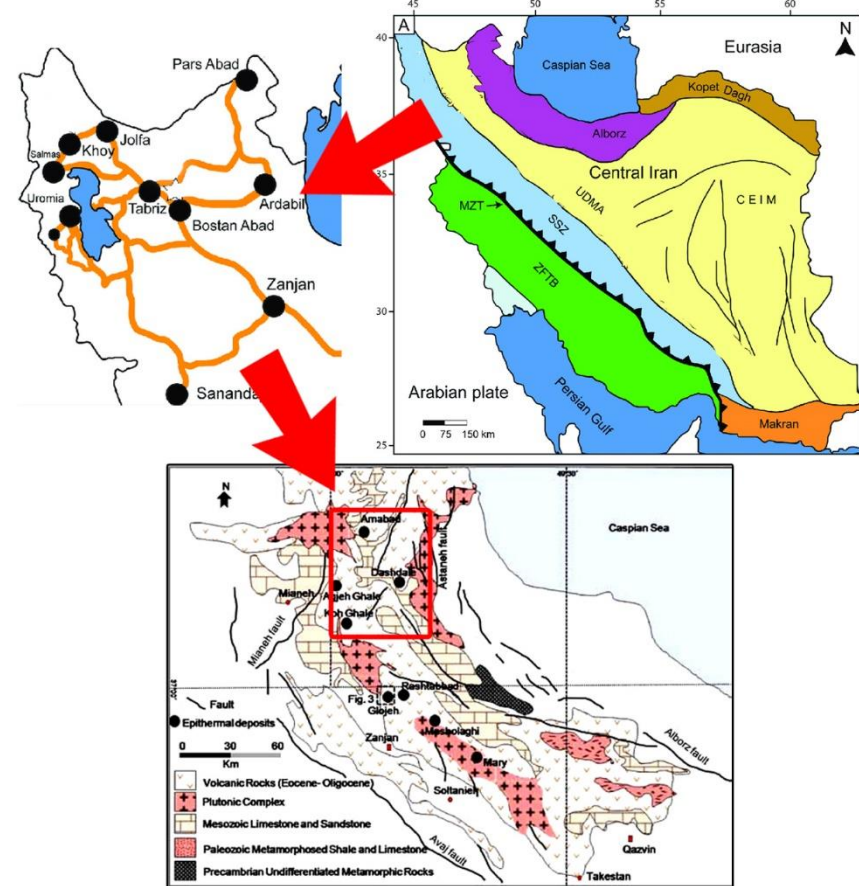
نقشه یک صد هزارم ژئوشیمیایی کیوی از نقشه های استان اردبیل است که در شمال غربی چهارگوش زمین شناسی بندر انزلی قرار دارد. از منطقه کیوی تعداد ۷۱۴ نمونه رسوبات آبراهه ای جمع آوری و به روش ICP-MS تجزیه شده. تعیین عناصر مرتبط با کانی سازی و تشخیص الگوی کانی سازی یکی از مباحث مهم اکتشاف کانسار ها است. در این تحقیق به منظور تعیین عناصر مرتبط با کانی سازی ابتدا تحلیل های اولیه آمار کلاسیک انجام گرفته و سپس برای شناخت الگو و چگونگی همراهی عناصر مورد توجه با یکدیگر از روش تحلیل مولفه های اصلی بر روی داده های ژئوشیمیایی انجام میگردد. روش PCA یکی از روش های مشهور در آنالیز چند متغیره است و ابزاری مفید جهت ترکیب چند متغیر وابسته در یک متغیر و کاهش بعد مجموعه داده ها در مولفه های اصلی غیر وابسته بر اساس کوارانانس و همبستگی متغیر ها است که یک همبستگی درونی را نشان میدهد. نمودار درختی نیز با محاسبات مختلفی چون فاصله اقلیدسی میتواند تشابه عناصر را به صورت گروه بندی نشان داده و ابزاری برای اثبات عنصر مورد توجه باشد. از دیرباز این روش ها بسیار مورد توجه بوده و در مطالعات بسیاری استفاده شده اند. منطقه کیوی شامل سه واحد رسوبی، آذرین و دگرگونی میباشد. قدیمی ترین واحد رسوبی موجود سنگهای قبل از کرتاسه میباشد و جدیدترین آن مربوط به کواترنز و عهد حاضر است. در مسیر جاده سنگ آباد به میانه رخنمونهایی از سنگهای دگرگونی با ترکیب فلدسپات، کربدریت، میکاشیست، فیلیت دیده می شود. رخنمونهای آهکی کرتاسه فقط در نواحی جنوب خاوری منطقه مورد مطالعه دیده میشود که گسترش آنها به سوی خاور بیشتر است. این واحد بصورت آهک سیلیسی توده ای تا ضخیم لایه است وگاهی میان لایه های آهک شیلی، شیلهای آهکی و شیلهای پیریت دار داخل آن دیده می شود. رنگ آن خاکستری و گاهی گلی پرنگ است. در منطقه بصورت واحدهای رسوبی و آذرین است که قسمت اعظم منطقه را پوشانده است. پس از ولکانیسم گسترده اتوسن و احتمالاً با یک وقفه زمانی که میتواند معادل فازپیرنئن باشد، فعالیت الیگوسن با پدیده های آتشفشانی بصورت خروج گدازه های ریولیتی و آندزیتی شروع شده و با رسوبگذاری کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن ادامه می یابد.

سنگهای آذرین رخنمون شده در این منطقه شامل سنگهایی با ترکیب داسیتی، میانه و بازیک است. سنگهای اسیدی و میانه فقط در جنوب باختری منطقه دیده می شود. در حالیکه سنگهای گابرویی در بخشهای خاوری و شمال این منطقه رخنمون دارد. با توجه به اینکه تمام توده های نفوذی منطقه، سنگهای آتشفشانی اتوسن را قطع کرده اند، احتمالاً خروج آنها می تواند در ارتباط با فاز کوهرزایی پیرنئن (اتوسن – اولیگوسن) باشد. سنگهای گرانیتی در جنوب باختری روستای کمئیان و در حاشیه رودخانه قزل اوزن دیده می شود. رنگ اصلی سنگ گلی روشن و دارای فلدسپات و کوارتز، درمتن میباشد. بافت سنگ میکروگرانولار و گرافیک بوده، کانیهای تشکیل دهنده آن، فلدسپات آلکالن، پلاژیوکلاز، کوارتز و مسکویت است. این توده نفوذی کوچک در داخل سنگهای آتشفشانی اتوسن تزریق شده و اثرات دگرسانی روی این سنگها بجا گذاشته است. بنابراین می توان گفت که این سنگها جوانتر از سنگهای اتوسن می‌باشد. در کنار رخنمون گرانیت دو بیرونزدگی کوچک نیز از یک توده نفوذی با ترکیب کوارتز مونوزیت دیده می‌شود. بافت سنگ گرانولار است، کانیهای آن پلاژیوکلاز، فلدسپات آلکالن، کوارتز، آمفیبول، کلریت، اپیدوت و سریسیت میباشد.

در جنوب روستای النکش در داخل آندزیت‌های پورفیری و مگاپورفیری اتوسن، دایکهای متعدد و ضخیمی دیده می شود که دارای راستای شمال خاوری – جنوب باختری هستند.

این دایکها اغلب در ستیغ کوهها مشاهده میگردند. بافت این سنگها میکروگرانولار بوده و دارای کانیهای پلاژیوکلاز درحد لابرادوریت، کلینوپیروکسن از نوع اوژیت، الیون تجزیه شده و کانیهای کدر میباشد. حداکثر پهنای این دایکها ۳۰ متر بوده و طول آنها گاهی بیش از ۲۰۰۰ متر می‌رسد.

رخنمونهایی از سنگهای گابرویی و الیون گابرو در باختر روستای النکش و جنوب روستای سیاه پوش دیده میشود. این گابروها نیز سنگهای آتشفشانی اتوسن را قطع کرده اند. بافت این سنگها میکروگرانولار است. کانیهای تشکیل دهنده سنگ شامل پلاژیوکلاز، اوژیت، الیون تجزیه شده به کلریت، سرپانتین و ایدنگسیت، آپاتیت و کانیهای فلزی است. این سنگها نیز جوانتر از سنگهای آتشفشانی اتوسن هستند.



## مواد و روش کار

### روش تحلیل مولفه های اصلی

تحلیل مولفه‌های اصلی تبدیلی در فضای برداری است، که بیشتر برای کاهش ابعاد مجموعه داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحلیل مولفه‌های اصلی در سال ۱۹۰۱ توسط کارل پیرسون راهت شد. این تحلیل شامل تجزیه مقادیرهای ویژه ماتریس کوارانانس می‌باشد. تحلیل مولفه‌های اصلی در تعریف ریاضی یک تبدیل خطی متعامد است که داده را به دستگاه مختصات جدید می‌برد به طوری که بزرگترین واریانس داده بر روی اولین محور مختصات، دومین بزرگترین واریانس بر روی دومین محور مختصات قرار می‌گیرد و همین طور برای بقیه. تحلیل مولفه‌های اصلی می‌تواند برای کاهش ابعاد داده مورد استفاده قرار بگیرد، به این ترتیب مولفه‌هایی از مجموعه داده را که بیشترین تاثیر در واریانس را دارند حفظ می‌کند. در این روش میتوان سنگسازی ( که معمولا در مولفه اول و دوم مشاهده میشود) و کانی سازی را جدا کرد و حتی اثر لیتولوژی منطقه را حذف کرد.

### روش آنالیز تمایز

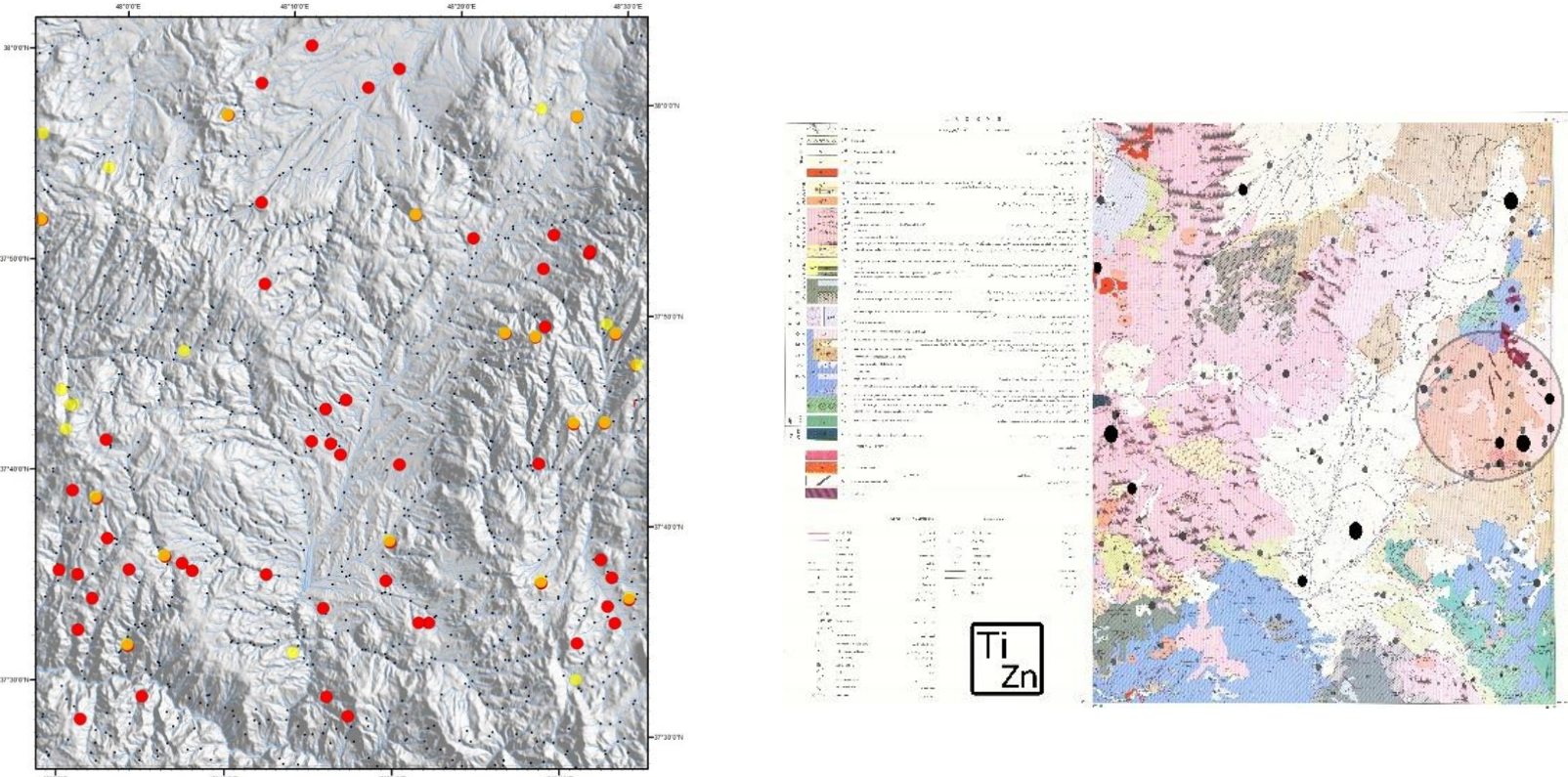
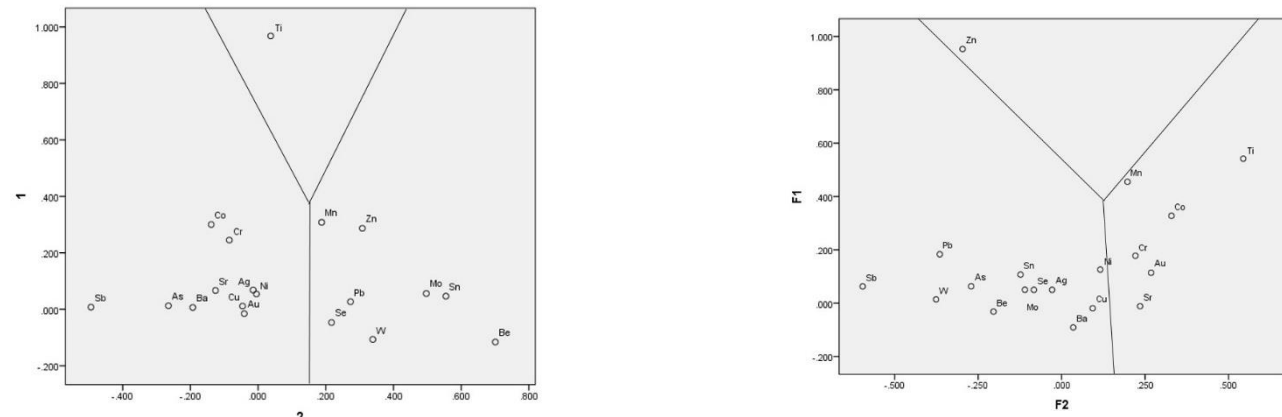
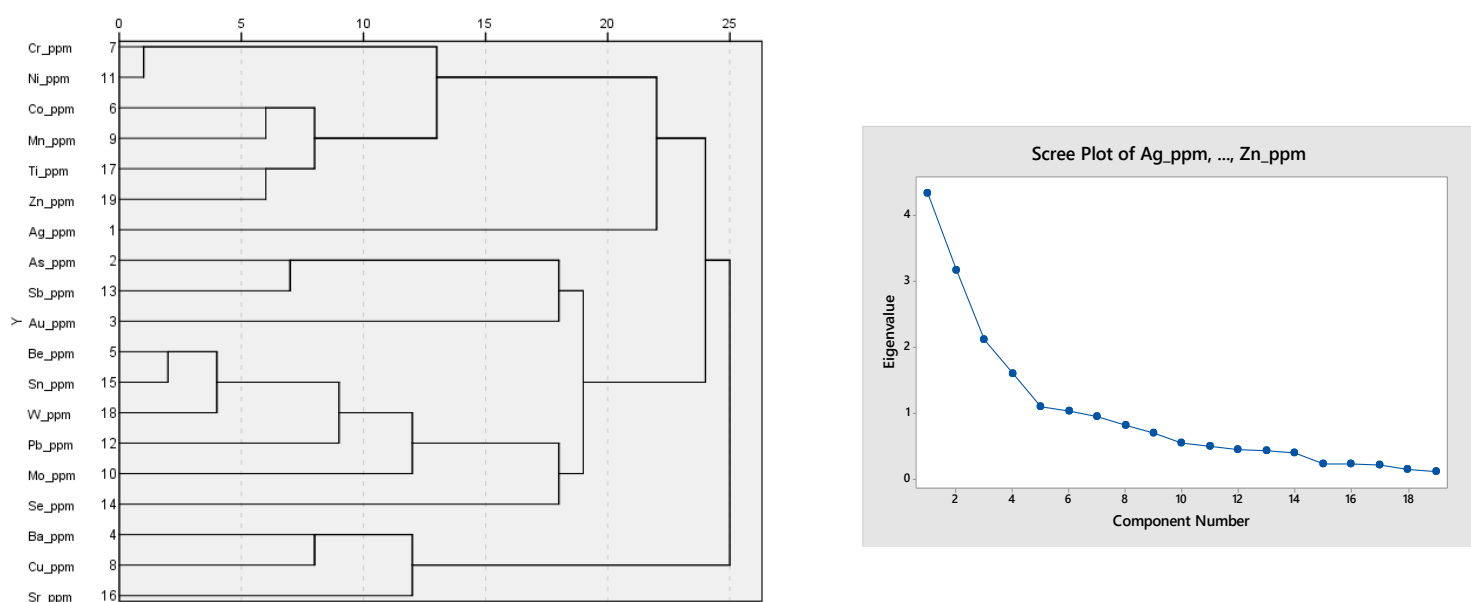
ارزایی پارامترهای مرتبط با کانی سازی و تفکیک آنها از پارامترهای مرتبط با فرآیندهای پتروژن (سنگ‌ساز) یکی از اهداف مطالعات اکتشافی است. آنالیز تمایز یا تقریقی یکی از ابزارهای این نوع تحلیل‌ها محسوب می‌شود. لازمهٔ این تحلیل، شناسایی پارامترهای اصلی کانی سازی و اطلاع از حدود زمینه و انومالی آن است. همچنین این روش نوعی تجزیه و تحلیل آماری برای سنجش میزان ارتباط یک نمونه مجهول به یکی از جوامع شناخته شده می‌باشد. به طور مثال با این روش می‌توان گوسن‌های حاصل از هوازگی سنگ‌های مافیک که از نظر کانی زایی غنیم هستند را از گوسن‌های در ارتباط با مناطق سولفوروی که از نظر کانی‌زایی بارور هستند و یا ژاسپروئیدهای غنیم نسبت به کانی سازی طلا از ژاسپروئیدهای مرتبط با کانی زایی طلا در کانسارهای طلائی تیپ کارلین را تشخیص داد . این آنالیز روی داده‌های نورمال، نتایج بسیار بهتری می‌دهد، یعنی فرض اساسی که قبل از به کارگیری داده‌ها باید بررسی شود، نورمال‌سازی چند متغیره داده‌های ورودی است.

### روش خوشه بندی درختی

در داده کاوی و آمار، خوشه بندی سلسله‌مراتبی یک روش خوشه‌بندی می‌باشد که هدف آن ساخت یک سلسله مراتب از خوشه‌ها می‌باشد.

## بحث

پس از اعمال روش های فوق الذکر ، طی اشکال ذیل نمایش خروجی های انجام گرفت :



|    | Ag      | Al    | As    | Ba    | Be    | Bi    | Br    | Ca    | Cl    | Cu    | Fe    | Fl    | Fr    | Ge    | Li    | Mn    | Mo    | Nb    | Pb    | Pt    | Se    | Si    | Sn    | Sr    | Ti    | V     | W     | Zn |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Ag | 1.000   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Al | 0.123** | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| As | 0.002   | 0.001 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Ba | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Be | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Bi | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Br | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Ca | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Cl | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Cu | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Fe | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Fl | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Fr | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Ge | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Li | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Mn | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Mo | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Nb | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Pb | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Pt | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Se | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |       |    |
| Si | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |       |    |
| Sn | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |       |    |
| Sr | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |       |    |
| Ti | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |       |    |
| V  | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |       |    |
| W  | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |    |
| Zn | 0.000   | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |    |

Wold, S., Esbensen, K., & Geladi, P. (1987). Principal component analysis. *Chemometrics and intelligent laboratory systems*, 2(1-3), 37-52.

Zou, H., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2006). Sparse principal component analysis. *Journal of computational and graphical statistics*, 15(2), 265-286.

Schölkopf, B., Smola, A., & Müller, K. R. (1997, October). Kernel principal component analysis. In *International conference on artificial neural networks* (pp. 583-588). Springer, Berlin, Heidelberg.

Tipping, M. E., & Bishop, C. M. (1999). Probabilistic principal component analysis. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 61(3), 611-622.

Benesty, J., Chen, J., Huang, Y., & Cohen, I. (2009). Pearson correlation coefficient. In *Noise reduction in speech processing* (pp. 1-4). Springer, Berlin, Heidelberg.

Lawrence, I., & Lin, K. (1989). A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*, 255-268.

Mukaka, M. M. (2012). A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi medical journal*, 24(3), 69-71.

Phipps, J. B. (1971). Dendrogram topology. *Systematic zoology*, 20(3), 306-308.

Podani, J., & Schmera, D. (2006). On dendrogram-based measures of functional diversity. *Oikos*, 115(1), 179-185.

Lee, H., Kang, H., Chung, M. K., Kim, B. N., & Lee, D. S. (2012). Persistent brain network homology from the perspective of dendrogram. *IEEE transactions on medical imaging*, 31(12), 2267-2277.

Mouchet, M., Guilhaumon, F., Villéger, S., Mason, N. W., Tomasini, J. A., & Moullot, D. (2008). Towards a consensus for calculating dendrogram-based functional diversity indices. *Oikos*, 117(5), 794-800.

Chen, J., MacEachren, A. M., & Pequet, D. J. (2009). Constructing overview+ detail dendrogram-matrix views. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 15(6), 889-896.

Shirazi, Adel, Ziaei, Mansour, Hazarkhani, Ardeshtir. (1398). Investigation of the geochemical behavior of copper element by K-means method and its prediction by artificial neural network in Kivi region, Ardabil province. *Journal of Mining Engineering*, 14 (45), 96-112. doi: 10.22034 / ijme.2020.37388

Shirazi, A., Hezarkhani, A., Shirazy, A., & Shahrood, I. R. A. N. (2018). Exploration Geochemistry Data-Application for Cu Anomaly Separation Based On Classical and Modern Statistical Methods in South Khorasan, Iran. *International Journal of Science and Engineering Applications*, 7, 39-44.

Shirazi, A., Shirazy, A., Saki, S., & Hezarkhani, A. (2018). Introducing a software for innovative neuro-fuzzy clustering method named NFCMR. *Global Journal of Computer Sciences: Theory and Research*, 8(2), 62-69.

Shirazi, A., Hezarkhani, A., Shirazy, A., & Shahrood, I. R. A. N. (2018). Remote Sensing Studies for Mapping of Iron Oxide Regions, South of Kerman, IRAN. *International Journal of Science and Engineering Applications*, 7(4), 45-51.

Alahgholi, S., Shirazy, A., & Shirazi, A. (2018). Geostatistical Studies and Anomalous Elements Detection, Bardaskan Area, Iran. *Open Journal of Geology*, 8(7), 697-710.

Shirazi, A., Shirazy, A., & Karami, J. (2018). Remote Sensing to Identify Copper Alterations and Promising Regions, Sarbishe, South Khorasan, Iran. *International Journal of Geology and Earth Sciences*, 4(2), 36-52.

Shirazi, A., Shirazy, A., Saki, S., & Hezarkhani, A. (2018). Geostatistics Studies and Geochemical Modeling Based on Core Data, Sheytoor Iron Deposit, Iran. *Journal of Geological Resource and Engineering*, 6, 124-133.